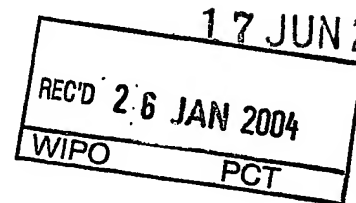


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:	102 60 943.8
Anmeldetag:	20. Dezember 2002
Anmelder/Inhaber:	Outokumpu Oyj, Espoo/FI
Bezeichnung:	Verfahren und Anlage zur Regelung von Temperatur und/oder Materialeintrag in Reaktoren
IPC:	G 05 D, B 01 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Letang

BEST AVAILABLE COPY

Verfahren und Anlage zur Regelung von Temperatur und/oder Materialeintrag in Reaktoren

Technisches Gebiet

5

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Temperaturregelung in einem Reaktor, in den zu erwärmendes Material eingeführt wird, sowie ein Verfahren zur Regelung des Materialeintrags in eine Anlage mit Reaktor, in dem das Material erwärmt wird, wobei das Material über einen Förderer in die Anlage eingetragen und über eine Förderleitung weiter transportiert wird. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine Anlage zur Durchführung dieser Verfahren.

15

20

25

30

Zur Regelung der Temperatur in Reaktoren von Anlagen zur Wärmebehandlung von eingebrachtem Material wird herkömmlicher Weise eine Temperatur-Regelung mit einem in dem Reaktor vorgesehenen Temperatursensor verwendet, der die aktuelle Reaktortemperatur misst und an die Temperatur-Regelung weitergibt. Weicht die gemessene Ist-Temperatur von dem vorgegebenen Temperatursollwert ab, beeinflusst die Temperatur-Regelung die Temperatur in dem Reaktor. Dies geschieht entweder über eine Regelung des Massenstroms des der Anlage zugeführten Materials (Rohmaterialeintrag) oder Regelung des Massenstroms des Brennstoffs. Störende Einflüsse, wie eine schwankende Materialaufgabe und Materialfeuchte sowie ungleichmäßiges Transportverhalten innerhalb der Anlage bis hin zu dem Reaktor, führen bei einer Temperatur-Regelung mit Stelleingriff auf den Rohmaterial-Eintrag zu deutlichen Schwächen hinsichtlich Dynamik und Regelgröße. Fig. 1 zeigt die Auswirkungen einer kurzen Störung in der Materialzufuhr zu dem Reaktor auf die Reaktortemperatur. Eine kurzzeitig erhöhte Materialzufuhr führt unmittelbar zu einer deutlichen Absenkung der Reaktortemperatur. Diese wird von der Temperatur-Regelung nachfolgend durch einen leicht verminderten Rohmaterialeintrag im Laufe der Zeit wieder ausgegli-

chen. Insgesamt dauert es jedoch vergleichsweise lange, bis diese kurze Störung in der Materialzufuhr zu dem Reaktor wieder ausgeregelt ist.

5 Eine Verbesserung dieser Temperatur-Regelung kann dadurch erreicht werden, dass die Temperatur-Regelung mit ihrem Stelleingriff die Brennstoffzufuhr einstellt. Diese Form der Regelung ist der Regelung des Rohmaterialeintrags-
10 Massenstroms in Regelgüte überlegen, wie Fig. 2 zu entnehmen ist. Die gleiche Störung in der Materialzufuhr zu dem Reaktor wird durch eine Änderung im Brennstoff-Massenstrom (Brennstoffzufuhr) ausgeglichen und führt dazu, dass die Reaktortemperatur bereits wesentlich schneller wieder den gewünschten
15 Sollwert annimmt. Allerdings hat auch diese Regelung den Nachteil, dass erst eine tatsächliche Regelabweichung in Form einer Temperaturabweichung in dem Reaktor festgestellt werden muss, bevor der Energieeintrag entsprechend angepasst und die Regelabweichung möglichst schnell ausgeregelt werden kann. Bei einigen Prozessen führen jedoch auch schon kurze Temperaturschwankungen zu Einbußen in der Produktqualität.

Beschreibung der Erfindung

20 Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Prozessbedingungen, insbesondere die Temperatur, in einem Reaktor möglichst konstant auf einen verfahrenstechnisch für den Prozess vorgegebenen Sollwert zu regeln.

25 Diese Aufgabe wird mit der vorliegenden Erfindung bei einem Verfahren zur Temperaturregelung der Eingangs genannten Art im wesentlichen dadurch gelöst, dass die Materialmenge des eingeführten Materials kontinuierlich vor der Zufuhr in den Reaktor ermittelt wird und die Wärmezufuhr von der ermittelten Materialmenge abhängt. Regelungstechnisch handelt es sich dabei um eine Störgrößenaufschaltung (die Störgröße sind Schwankungen in dem Material-
30 massenstrom) auf einen unterlagerten Wärmezufuhrregler, der aufgrund dieser

Information den sich abzeichnenden, veränderten Materialeintrag selbst erkennt und den veränderten Energiebedarf im Vorgriff auf die zu erwartende Reaktor-Temperaturänderung ausregelt. Mit dieser Regelung ist es möglich, die Reaktor-temperatur in sehr engen Grenzen konstant zu halten, was sich sehr positiv auf die Produktqualität auswirkt. Ferner wird die Ausmauerung des Reaktors erheblich geschont, da mit einer verbesserten Temperaturkonstanz die bisherige Wechselbeanspruchung wesentlich zurückgeht und so eine längere Standzeit zu erwarten ist.

Diese Regelung lässt sich für eine Vielzahl von Reaktortypen anwenden. Gemäß einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Verfahrens kann sich in dem Reaktor bspw. eine Gas-Feststoff-Suspension ausbilden, bspw. als zirkulierende Wirbelschicht.

Vorzugsweise erfolgt die Wärmezufuhr in den Reaktor durch Verbrennung von Brennstoff in dem Reaktor, wobei der Brennstoff-Massenstrom zur Einstellung der Wärmezufuhr geregelt wird. Die Änderung des Brennstoff-Massenstroms, die unmittelbar die Wärmezufuhr beeinflusst, kann besonders einfach und effizient geregelt werden, so dass eine Ausregelung der Wärmezufuhr über den Brennstoff-Massenstrom eine besonders schnelle und direkte Regelmöglichkeit bietet.

Eine erfindungsgemäß besonders bevorzugte Möglichkeit zur Ermittlung der Materialmenge des in den Reaktor eingeführten Materials besteht in der Messung des Drucks und/oder des Druckverlustes in einer Förderleitung vor dem Reaktor. Eine solche Förderleitung kann insbesondere ein Airlift sein, mit dem Material nach oben befördert wird. Die Messung des Drucks bzw. des Differenzdrucks zwischen Anfang und Ende der Förderleitung des Airlifts lässt einen genauen Rückschluss darauf zu, wie viel Material transportiert wird.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, das Material vor der Ermittlung der in den Reaktor eingeführten Materialmenge zu trocknen und/oder vorzuwärmen. Dadurch wird der Einfluss der Materialfeuchte bei der Aufgabe des Materials in die Anlage eliminiert. Insbesondere herrschen dann konstante Messbedingungen, so dass sich die Auswirkungen des in den Reaktor eingetragenen Materials auf die im Reaktor herrschende Temperatur genau abschätzen und von der Temperatur-Regelung berücksichtigen lassen.

Erfindungsgemäß wird in einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens neben der Materialmenge des dem Reaktor zugeführten Materials auch die Reaktortemperatur gemessen, wobei die Wärmezufuhr dann zusätzlich von der ermittelten Reaktortemperatur abhängt, die von der Temperatur-Regelung entsprechend berücksichtigt wird. Insbesondere kann der von der Temperatur-Regelung eingestellte Brennstoff-Massenstrom in einem Regelglied der Regelung von der Menge des zugeführten Materials und in einem weiteren Regelglied der Regelung von der Reaktortemperatur abhängen, die dann zu einem gesamten Stellwert zusammengefasst werden. In den Regelgliedern können dabei verschiedene Regelungstypen realisiert sein, bspw. P-, PI-, PID- oder dergleichen Regelungen.

Da die Änderung der Wärmezufuhr insbesondere bei einer Änderung des Brennstoff-Massenstroms eine schnelle Änderung der Reaktortemperatur hervorruft, ist erfindungsgemäß vorgesehen, die Zeit von der Ermittlung der Materialmenge, beispielsweise in der Förderleitung, bis zur Zufuhr in den Reaktor bei der Regelung der Wärmezufuhr zu berücksichtigen. Insbesondere wenn das Material bei der Ermittlung der Materialmenge bereits getrocknet ist, kann aufgrund der konstanten Prozessbedingungen die geringe Totzeit bis zum tatsächlichen Materialeintrag in den Reaktor besonders genau berücksichtigt werden.

Vorzugsweise wird auch ein möglicher Materialaustrag zwischen der Bestimmung der Materialmenge und der Zufuhr des Materials in den Reaktor gegebenenfalls ermittelt und bei der Regelung der Wärmezufuhr berücksichtigt. Ein solcher Materialaustrag kann beispielsweise ein Reaktorbypass sein, bei dem Material vor der Zufuhr in den Reaktor abgezweigt und mit dem in dem Reaktor behandelten Material nach dessen Austritt wieder vermischt wird. Ein solcher Bypass-Massenstrom muss bei der Ermittlung des Wärme- bzw. Brennstoffbedarfs in Abzug gebracht werden.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Regelung des Materialeintrags in eine Anlage mit Reaktor, wobei das Material über einen Förderer in die Anlage eingetragen und über eine Förderleitung weiter transportiert wird. Dabei wird die Materialmenge insbesondere in der Förderleitung ermittelt und auf einen vorgebbaren Wert geregelt. Durch diese Vorregelung können Schwankungen der dem Reaktor zugeführten Materialmenge weitgehend vermieden werden. Besonders vorteilhaft kann diese Regelung für Reaktoren verwendet werden, in denen das Material nach dem vorbeschriebenen Verfahren erwärmt wird. Da Schwankungen im Materialeintrag immer zu Änderungen in der Reaktortemperatur führen, trägt diese vorgeschaltete Materialeintrags-Regelung dazu bei, die Temperatur-Regelung zu unterstützen und Regelabweichungen in der Reaktortemperatur weiter zu verringern. In diesem Sinne ist die Materialeintrags-Regelung eine der eigentlichen Temperatur-Regelung vorgeschaltete Regelung zur Erzeugung konstanter Prozessbedingungen, zu denen insbesondere auch die Temperatur in dem Reaktor gehört.

Vorteilhafterweise wird das Material vor der Ermittlung der Materialmenge in der Förderleitung getrocknet und/oder vorgewärmt, um Störeinflüsse bei der Bestimmung der Materialmenge, insbesondere durch Restfeuchte des eingetragenen Rohmaterials, zu reduzieren.

Diese der Temperatur-Regelung vorgeschaltete Materialeintrags-Regelung zur Regelung der Materialmenge in der Förderleitung erfolgt erfindungsgemäß durch Variation der Drehzahl einer Materialeintragsschnecke und/oder eine Dosierbandwaage vor der Materialeintragsschnecke. Durch diese Vorregelung wird der produktionsmindernde Effekt von temporären Ansätzen der Materialeintragsschnecke für den Fall ausgeschaltet, dass keine Dosierbandwaage vorhanden ist. Falls eine Dosierbandwaage vorhanden ist, wird auch der produktionsmindernde Effekt schwankender Materialfeuchte entsprechend ausgeglichen.

Die vorbeschriebenen Verfahren können beispielsweise zur Temperaturregelung eines Reaktors mit zirkulierender Wirbelschicht bei der Aluminium-Kalzinierung verwendet werden, bei der als Rohmaterial Hydrat in die Anlage eingetragen wird.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine Anlage zur Wärmebehandlung von einem Reaktor zugeführtem Material, insbesondere zur Durchführung der vorbeschriebenen Verfahren. Die Anlage weist eine Förderleitung zum Transport von Material zu dem Reaktor und eine Temperatur-Regelung für den Reaktor und/oder eine Materialeintrags-Regelung auf. Erfindungsgemäß sind die Temperatur-Regelung und/oder die Materialeintrags-Regelung an eine Messeinrichtung zur Ermittlung der Materialmenge des in der Förderleitung transportierten Materials angeschlossen. Dadurch können von der Anlagenregelung die Störgrößen einer schwankenden Materialaufgabe und -feuchte berücksichtigt werden.

Die Temperatur-Regelung weist erfindungsgemäß ein Regelglied mit einer Kennlinie oder einem Kennfeld zur Regelung eines dem Reaktor zur Verbrennung zugeleiteten Brennstoff-Massenstroms aufgrund der ermittelten Materialmenge auf. Damit wird die durch Verbrennung von Brennstoff in dem Reaktor

erzeugte Wärmezufuhr entsprechend der tatsächlich zugeführten Materialmenge eingestellt.

5 Vorteilhafterweise ist in dem Reaktor ferner ein an die Temperatur-Regelung
angeschlossener Temperaturmessfühler angeordnet. Erfindungsgemäß weist
die Temperatur-Regelung dann ein Regelglied mit einer Kennlinie oder einem
Kennfeld zur Regelung eines zur Verbrennung zugeleiteten Brennstoff-Massen-
stroms aufgrund der gemessenen Reaktortemperatur auf. Dadurch kann die dem
Reaktor zur Wärmeerzeugung zugeführte Brennstoffmenge besonders schnell
10 und einfach an die tatsächliche Reaktortemperatur angepasst werden, wobei die
Regelung für den Brennstoff-Massenstrom aufgrund der ermittelten Reaktor-
temperatur der Regelung für den Brennstoff-Massenstrom aufgrund der ermittel-
ten Materialmenge vorzugsweise nebengeschaltet ist.

15 Erfindungsgemäß ist die Materialeintrags-Regelung an einen Förderer zum Ein-
trag von Material in die Anlage angeschlossen, so dass die Materialmenge in
der Förderleitung auf einen vorgebbaren Wert regelbar ist. Dazu weist der För-
derer vorzugsweise eine Materialeintragsschnecke und/oder eine Dosierband-
waage auf.

20

Zur Vorbehandlung des eingetragenen Materials können vor und/oder hinter der
Förderleitung eine oder mehrere Trockeneinrichtungen, beispielsweise Venturi-
Trockner, vorgesehen sein.

25 Weiterbildungen, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben
sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und
der Zeichnung. Dabei gehören alle beschriebenen und/oder bildlich dargestell-
ten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination zum Gegenstand der Er-
findung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder de-
30 ren Rückbeziehung.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

Es zeigen:

5

Fig. 1 das Regelverhalten einer Reaktortemperatur-Regelung durch Regelung des Rohmaterialeintrags bei einer Störung der Materialzufuhr zu dem Reaktor;

10

Fig. 2 das Regelverhalten einer Reaktortemperatur-Regelung durch Regelung der Brennstoffzufuhr bei Störung der Materialzufuhr zu dem Reaktor;

15

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Anlage mit einer Temperatur-Regelung und einer Materialeintrags-Regelung gemäß einer ersten Ausführungsform;

20

Fig. 4 eine erfindungsgemäße Anlage mit einer Temperatur-Regelung und einer Materialeintrags-Regelung gemäß einer zweiten Ausführungsform und

Fig. 5 eine vereinfachte Regelstrecke der erfindungsgemäßen Temperatur-Regelung.

25

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Eine erfindungsgemäße Anlage gemäß Fig. 3 weist als Reaktor 1 einen Reaktor mit zirkulierender Wirbelschicht auf, in dem eingetragenes Material durch Verbrennung von Brennstoff erwärmt wird.

30

Das dem Reaktor 1 über eine Material-Zufuhrleitung 2 zugeführte Material, insbesondere körnige Feststoffe wie Hydrate oder dgl., werden von einem durch ein Gaszufuhrrohr 3 von unten in den Reaktor 1 eingeströmten Gasstrom erfasst und in dem Reaktor 1 zu einer zirkulierenden Wirbelschicht verwirbelt.

5

Zur Erzeugung der für den in dem Reaktor 1 ablaufenden Prozess benötigten Wärme wird Brennstoff über eine Brennstoff-Zufuhrleitung 4 in den Reaktor 1 eingeleitet und dort verbrannt. Zur Regelung der Reaktortemperatur ist ein Temperaturregler 5 vorgesehen, der als Stellgröße einen Durchfluss-Regler 6 mit einem Durchfluss-Messumformer 7 aufweist, um den dem Reaktor 1 durch die Brennstoff-Zufuhrleitung 4 zugeführten Brennstoff zu regeln und dadurch die Temperatur in dem Reaktor 1 einzustellen. Zur Messung der Temperatur in dem Reaktor 1 ist ein Temperaturmessfühler 8 in dem Reaktor 1 mit einem daran angeschlossenen Temperatur-Messumformer vorgesehen, der an einen Temperatur-Regler 9 angeschlossen ist. Eine Regelabweichung zwischen der gemessenen Ist-Temperatur und der Soll-Temperatur in dem Reaktor 1 wird in dem Temperatur-Regler 9 durch ein Regelglied 10 ausgewertet, um die Brennstoffzufuhr durch den Durchflussregler 6 entsprechend anzupassen.

10

15

20

Zusätzlich ist an die Temperatur-Regelung 5 ein Differenzdruckmessfühler 12 mit einem Differenzdruck-Messumformer angeschlossen, der den Differenzdruck in einer an einen Airlift 13 angeschlossenen Förderleitung 14 misst. Mit dieser Förderleitung 14 wird in die Anlage eingetragenes Material zu dem Reaktor 1 gefördert, wobei der Differenzdruck über die Förderleitung 14 ein Maß für die geförderte Materialmenge ist. Dieser durch den Differenzdruckmessfühler 12 gemessene Druckwert wird in einem Regelglied 11 der Temperatur-Regelung 5 verarbeitet, das wie das Regelglied 10 einen Stellwert für den Durchflussregler 6 zur Regelung der Brennstoffzufuhr ausgibt. Die Brennstoffzufuhr bzw. der Brennstoff-Massenstrom wird eine Funktion der geförderten Materialmenge, wobei insbesondere eine proportionale Abhängigkeit besteht. Bspw. kann das

25

30

an den Temperatur-Regler 9 angeschlossene Regelglied 10 ein PI-Regler und das an den Differenzdruckmessfühler 12 angeschlossene Regelglied 11 ein P-Regler sein. Es sind jedoch auch andere funktionale Abhängigkeiten und Reglertypen möglich.

5

Durch die Differenzdruckmessung wird ein veränderter Materialeintrag schon in der Förderleitung 14 selbst erkannt, so dass im Vorgriff auf die zu erwartende Temperaturänderung in dem Reaktor 1 die Brennstoffzufuhr entsprechend angepasst werden kann. Dadurch kann eine sich abzeichnende Temperaturänderung in dem Reaktor ausgeglichen werden, bevor die Temperaturänderung von dem Temperaturmessfühler 8 gemessen wird. Um sowohl die Regeleinflüsse des Temperaturmessfühlers 8 als auch des Differenzdruckmessfühlers 12 zu berücksichtigen, werden das Regelglied 10 und das Regelglied 11 in einer Summiereinheit 15 zusammengefasst, die dann die Stellgröße für den Durchflussregler 6 erzeugt.

10

15

Von der Temperatur-Regelung 5 werden sowohl die aktuelle Reaktortemperatur als auch der Materialeintrag in den Reaktor berücksichtigt, um eine Stellgröße an den untergeordneten Durchflussregler 6 für die Brennstoffzufuhr auszugeben. Damit wird die Brennstoffzufuhr in einer Temperatur-Durchfluss-Kaskade unter anderem als Funktion des Förderungsleitungs-Druckverlusts des Airlifts 13 geregelt, da der Förderungsleitungs-Druckverlust eindeutig mit dessen gefördertem Massenstrom, insbesondere einem Feststoffmassenstrom, korreliert.

20

25

Von der Summiereinheit 15 der Temperaturregelung 5 wird dabei berücksichtigt, dass das durch den Airlift 13 geförderte Material zunächst in einen Airlift-Zyklon 16 geleitet und dort von der zum Transport verwendeten Gas- bzw. Luftströmung abgeschieden wird. Das in dem Zyklon 16 abgeschiedene Material gelangt in einen Tauchtopf 17, aus dem das Material in einen Trockner 18, insbe-

30

sondere einen Venturi-Trockner, weitergeleitet wird. Dem Trockner 18 ist ein Materialaufgabe-Zyklon 19 nachgeschaltet, in dem das dem Reaktor zuzuführende Material von dem erwärmten Abgasstrom getrennt wird. Aus dem Materialaufgabe-Zyklon 19 gelangt das Material über die Material-Zufuhrleitung 2 in den Reaktor 1, in dem es von dem durch das Gaszufuhrrohr 3 zugeführten Gasstrom erfasst wird und eine zirkulierende Wirbelschicht ausbildet. Nach der Wärmebehandlung in dem Reaktor 1 wird das Material zusammen mit dem Gastrom durch eine Leitung 20 aus dem oberen Bereich des Reaktors 1 in einen Rückführ-Zyklon 21 ausgetragen, in dem das behandelte Material von dem Gasstrom getrennt und einem Tauchtopf 22 zugeleitet wird. Das in den Tauchtopf 22 geleitete Material wird teilweise in den Reaktor 1 zurückgeführt und teilweise in einen Mischtopf 23 ausgetragen.

In dem Mischtopf 23 wird in dem Reaktor 1 behandeltes Material mit unbehandeltem Material gemischt, das über eine Bypassleitung 24 aus dem Tauchtopf 17 des Airlift-Zyklons 16 über eine Zellenradschleuse 25 an dem Reaktor 1 vorbeigeführt wird. Dabei wird über einen nicht dargestellten Massenstromsensor die Menge des an dem Reaktor 1 vorbeigeführten Materials erfasst und von der Temperatur-Regelung 5 beispielsweise in der Summiereinheit 15 oder dem Regelglied 11 berücksichtigt, damit der Brennstoff-Massenstrom an die tatsächlich in den Reaktor 1 eingeführte Materialmenge angepasst wird.

Zur Energieeinsparung wird das in dem Rückfuhr-Zyklon 21 von dem behandelten Material getrennte heiße Reaktorabgas dem Trockner 18 zur Trocknung und Vorwärmung des dem Reaktor 1 zuzuführenden Materials zugeleitet. Aus dem dem Trockner 18 nachgeschalteten Materialaufgabe-Zyklon 19 wird das erwärmte Abgas einem weiteren Trockner 26, beispielsweise einem Venturi-Trockner, zugeleitet, der vor dem Airlift 13 angeordnet ist. In den Trockner 26 gelangt das zu behandelnde Material über einen Förderer 27 und wird mit dem der Vorwärmung bzw. Trocknung dienenden Gasstrom in einen Filter 28, bei-

spielsweise einen Elektrofilter, geführt, von dem aus das Material in den Airlift 13 gelangt.

5 Der Förderer 27 weist ein Förderband 29 auf, das das Rohmaterial einer Materialeintragsschnecke 30 zuführt, die das zu behandelnde Material in den Trockner 26 einträgt. Die Materialeintragsschnecke 30 wird durch eine Materialeintrags-Regelung 31 geregelt, die auch an den Differenzdruckmessfühler 12 angeschlossen ist und den Differenzdruck über der Förderleitung 14 durch Variation der Drehzahl der Materialeintragsschnecke 30 auf einen konstanten Wert regelt.
10 Auf diese Weise trägt die Materialeintrags-Regelung 31 der Anlage dazu bei, dass die Störgröße eines veränderlichen Materialeintrags, der in dem Reaktor 1 Temperaturschwankungen auslöst bzw. einen Regelungsbedarf für die Temperatur-Regelung 5 schafft, zu minimieren und gleichbleibende Prozessbedingungen in der Anlage zu schaffen. Für den Antrieb des Förderbandes 29 ist ein Niveauregler 32 vorgesehen.
15

Die in Fig. 4 dargestellte Anlage entspricht im Wesentlichen der Anlage gemäß Fig. 3. Gleiche Anlagenteile sind daher mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nachfolgend nicht mehr beschrieben.
20

Im Unterschied zu der zuvor beschriebenen Anlage weist der Förderer 33 dieser Anlage anstelle des Förderbands 29 eine Dosierbandwaage 34 auf, auf der das Rohmaterial gewogen und der Materialeintragsschnecke 30 zugeführt wird. In diesem Fall gibt die Materialeintrags-Regelung 31 einem Massestromregler 35
25 der Dosierbandwaage 34 ein Stellsignal vor, um den Eintragsmassestrom zu regeln. An den Massestromregler ist ferner ein entsprechender Messumformer angeschlossen. Die Materialeintragsschnecke 30 wird durch einen Niveauregler 36 angesteuert. Aufgrund der Dosierbandwaage 34 kann der Materialeintrags-Massestrom in diesem Fall besonders genau geregelt werden und trägt damit zu
30 einer hohen Stabilität der Temperatur-Regelung 5 bei.

Das erfindungsgemäße Prinzip der Temperatur-Regelung 5 ist schematisch noch einmal in Fig. 5 dargestellt. Die Temperatur-Regelung 5 misst am Ausgang des Reaktors 1 mit dem Temperaturmessfühler 8 die tatsächlich herrschende Temperatur, vergleicht diese in dem Regelglied 10, bspw. einem PI-Regler, mit der vorgegebenen Solltemperatur und gibt daraufhin eine Stellgröße \dot{m}_r für den Brennstoff-Massestrom aufgrund der Regelabweichung in der Temperatur aus. In dem Regelglied 11, bspw. einem P-Regler, wird als Störgröße die über die Förderleitung 14 in dem Airlift 13 gemessene Druckdifferenz berücksichtigt und als Stellgröße \dot{m}_p ein dem tatsächlichen Materialeintrag proportionaler Brennstoff-Massestrom ausgegeben. Dadurch wird die Brennstoffzufuhr angepasst, bevor eine Regelabweichung in der Temperatur messbar ist. Die Stellgrößen des Regelglieds 10 und des Regelglieds 11 werden in der Summiereinheit 15 zusammengefasst und von dem Durchflussregler 6 in eine Stellgröße \dot{m} für den gesamten Brennstoff-Massestrom umgesetzt.

Durch die erfindungsgemäße Berücksichtigung und gegebenenfalls Regelung des Materialeintrags-Massestroms in den Reaktor 1 ist es durch die erfindungsgemäßen Regelungen möglich, die Prozessbedingungen und insbesondere die Temperatur in dem Reaktor 1 konstant auf einem verfahrenstechnisch vorgegebenen Sollwert zu halten.

Bezugszeichenliste:

	1	Reaktor
	2	Material-Zufuhrleitung
5	3	Gaszufuhrrohr
	4	Brennstoff-Zufuhrleitung
	5	Temperatur-Regelung
	6	Durchflussregler
	7	Durchflussmessumformer
10	8	Temperaturmessfühler
	9	Temperatur-Regler
	10	Regelglied
	11	Regelglied
	12	Differenzdruckmessfühler
15	13	Airlift
	14	Förderleitung
	15	Summiereinheit
	16	Airlift-Zyklon
	17	Tauchtopf
20	18	Trockner
	19	Materialaufgabe-Zyklon
	20	Leitung
	21	Rückfuhr-Zyklon
	22	Tauchtopf
25	23	Mischtopf
	24	Bypassleitung
	25	Zellenradschleuse
	26	Trockner
	27	Förderer
30	28	Filter

	29	Förderband
	30	Materialeintragsschnecke
	31	Materialeintrags-Regelung
	32	Niveau-Regler
5	33	Förderer
	34	Dosierbandwaage
	35	Massestromregler
	36	Niveauregler

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Temperaturregelung in einem Reaktor (1), in den zu erwärmendes Material eingeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Materialmenge des eingeführten Materials kontinuierlich vor der Zufuhr in den Reaktor (1) ermittelt wird und die Wärmezufuhr von der ermittelten Materialmenge abhängt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich in dem Reaktor (1) eine Gas-Feststoff-Suspension ausbildet, bspw. als zirkulierende Wirbelschicht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmezufuhr durch Verbrennung von Brennstoff in dem Reaktor (1) erfolgt und die Brennstoffzufuhr zur Regelung der Wärmezufuhr geregelt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Materialmenge des in den Reaktor (1) eingeführten Materials durch Messung des Drucks und/oder des Druckverlusts in einer Förderleitung (14) vor dem Reaktor (1), insbesondere einem Airlift (13), ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material vor der Ermittlung der in den Reaktor (1) eingeführten Materialmenge getrocknet und/oder vorgewärmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Reaktor (1) eine Messung der Reaktortemperatur erfolgt und die Wärmezufuhr zusätzlich von der ermittelten Reaktortemperatur abhängt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeit von der Ermittlung der Materialmenge bis zur Zufuhr in den Reaktor (1) bei der Regelung der Wärmezufuhr berücksichtigt wird.

5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Materialaustrag, bspw. über eine Bypassleitung (24), zwischen der Bestimmung der Materialmenge und der Zufuhr in den Reaktor (1) ggf. ermittelt und bei der Regelung der Wärmezufuhr berücksichtigt wird.

10 9. Verfahren zur Regelung des Materialeintrags in eine Anlage mit einem Reaktor (1), in dem das Material insbesondere nach einem Verfahren gemäß der Ansprüche 1 bis 8 erwärmt wird, wobei das Material über einen Förderer (27, 33) in die Anlage eingetragen und über eine Förderleitung (14) transportiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Materialmenge insbesondere in der
15 Förderleitung (14) ermittelt und auf einen vorgebbaren Wert geregelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass Material vor der Ermittlung der Materialmenge in der Förderleitung (14) getrocknet und/oder vorgewärmt wird.

20 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelung der Materialmenge in der Förderleitung (14) durch Variation der Drehzahl einer Materialeintragschnecke (30) und/oder eine Dosierbandwaage (34) vor der Materialeintragschnecke (30) erfolgt.

25 12. Anlage zur Wärmebehandlung von einem Reaktor (1) zugeführtem Material, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit einer Förderleitung (14) zum Transport von Material zu dem Reaktor (1) und einer Temperatur-Regelung (5) für den Reaktor (1) und/oder einer
30 Materialeintrags-Regelung (31), **gekennzeichnet durch** eine an die Tempera-

tur-Regelung (5) und/oder die Materialeintrags-Regelung (31) angeschlossene Messeinrichtung (12) zur Ermittlung der Materialmenge des in der Förderleitung (14) transportierten Materials.

5 13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur-Regelung (5) ein Regelglied (11) zur Regelung eines dem Reaktor zur Verbrennung zugeleiteten Brennstoff-Massestroms aufgrund der ermittelten Materialmenge aufweist.

10 14. Anlage nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Reaktor (1) ein an die Temperatur-Regelung (5) angeschlossener Temperaturmessfühler (8) angeordnet ist.

15 15. Anlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur-Regelung (5) ein Regelglied (10) zur Regelung eines dem Reaktor zur Verbrennung zugeleiteten Brennstoff-Massenstroms aufgrund der gemessenen Reaktortemperatur aufweist.

20 16. Anlage nach einem der Anspruch der Ansprüche 12 bis 15, **gekennzeichnet durch** einen an die Materialeintrags-Regelung (31) angeschlossenen Förderer (27, 31) zum geregelten Eintrag von Material in die Anlage, so dass die Materialmenge in der Förderleitung (14) auf einen vorgebbaren Wert einstellbar ist.

25 17. Anlage nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Förderer (27, 31) eine Materialeintragschnecke (30) und/oder eine Dosierwaage (34) aufweist.

18. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Trockeneinrichtung (18, 26) vor und/oder hinter der Förderleitung (14).

1/4

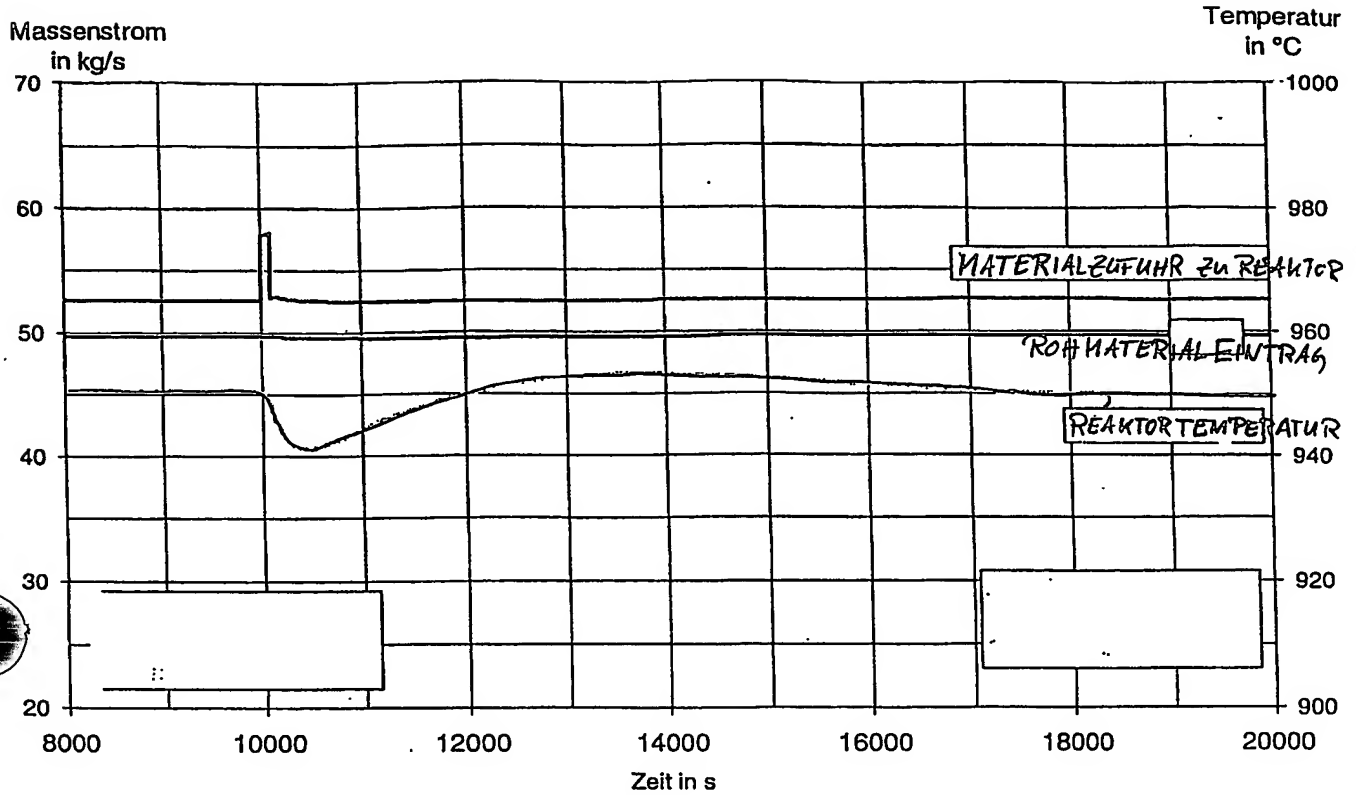


Fig. 1

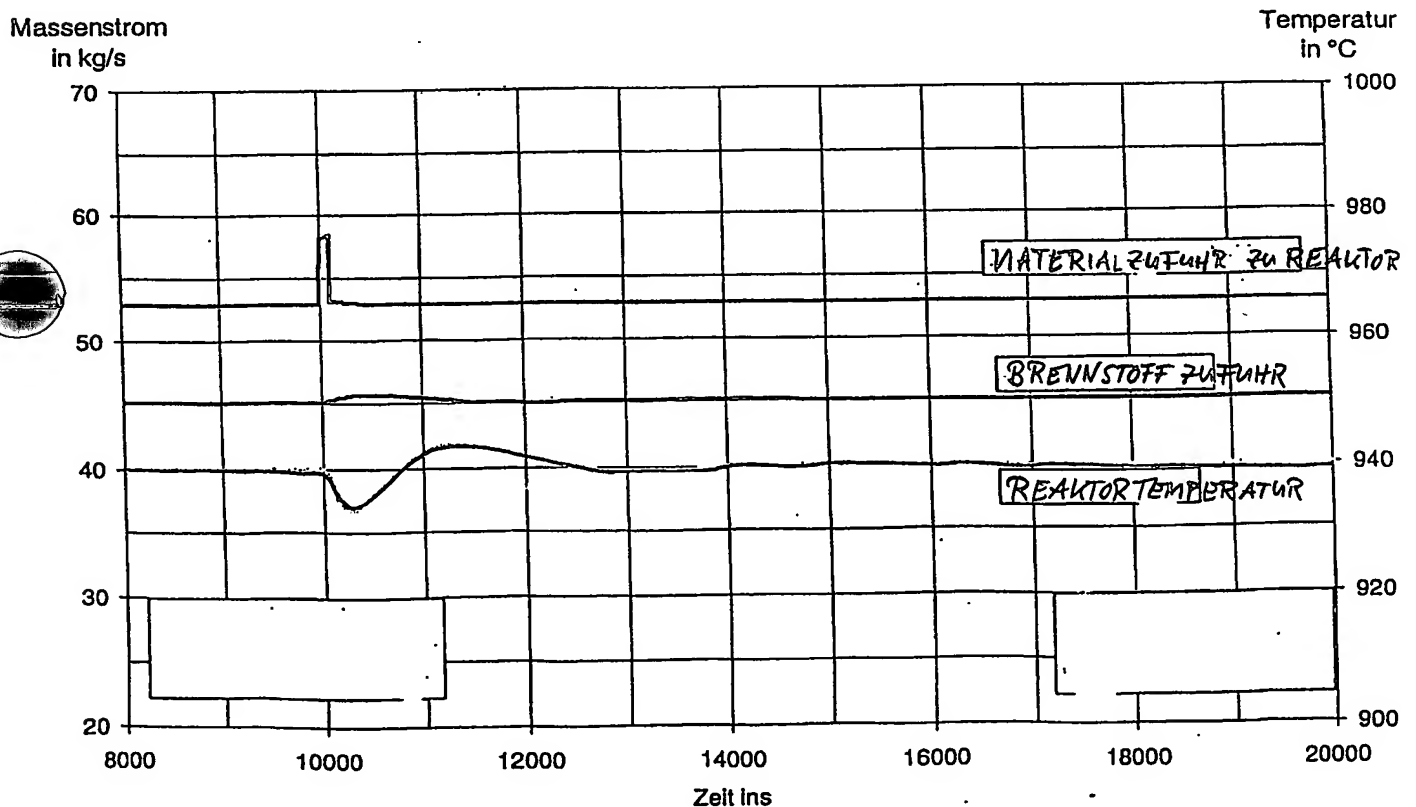


Fig. 2

01P99

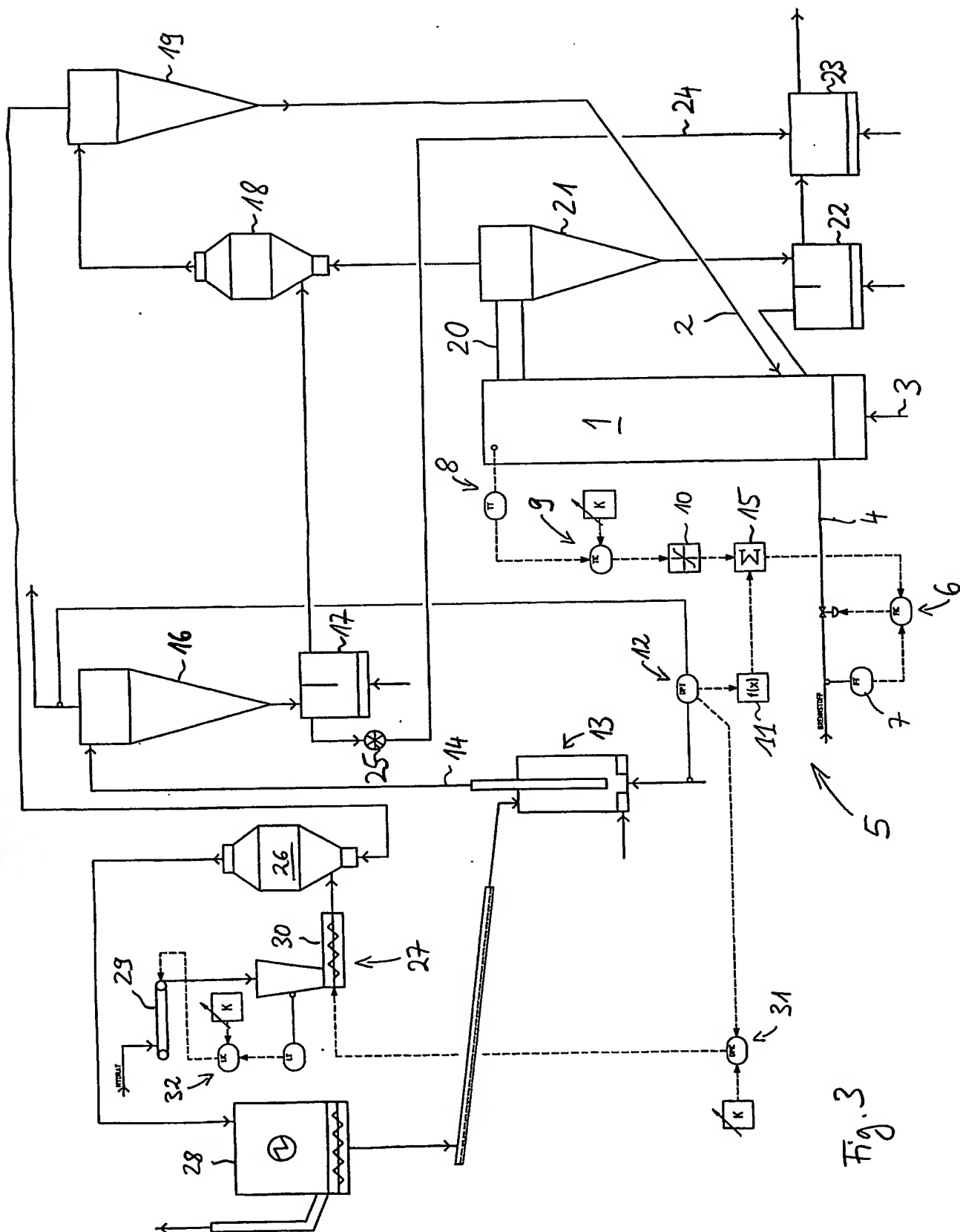


Fig. 3

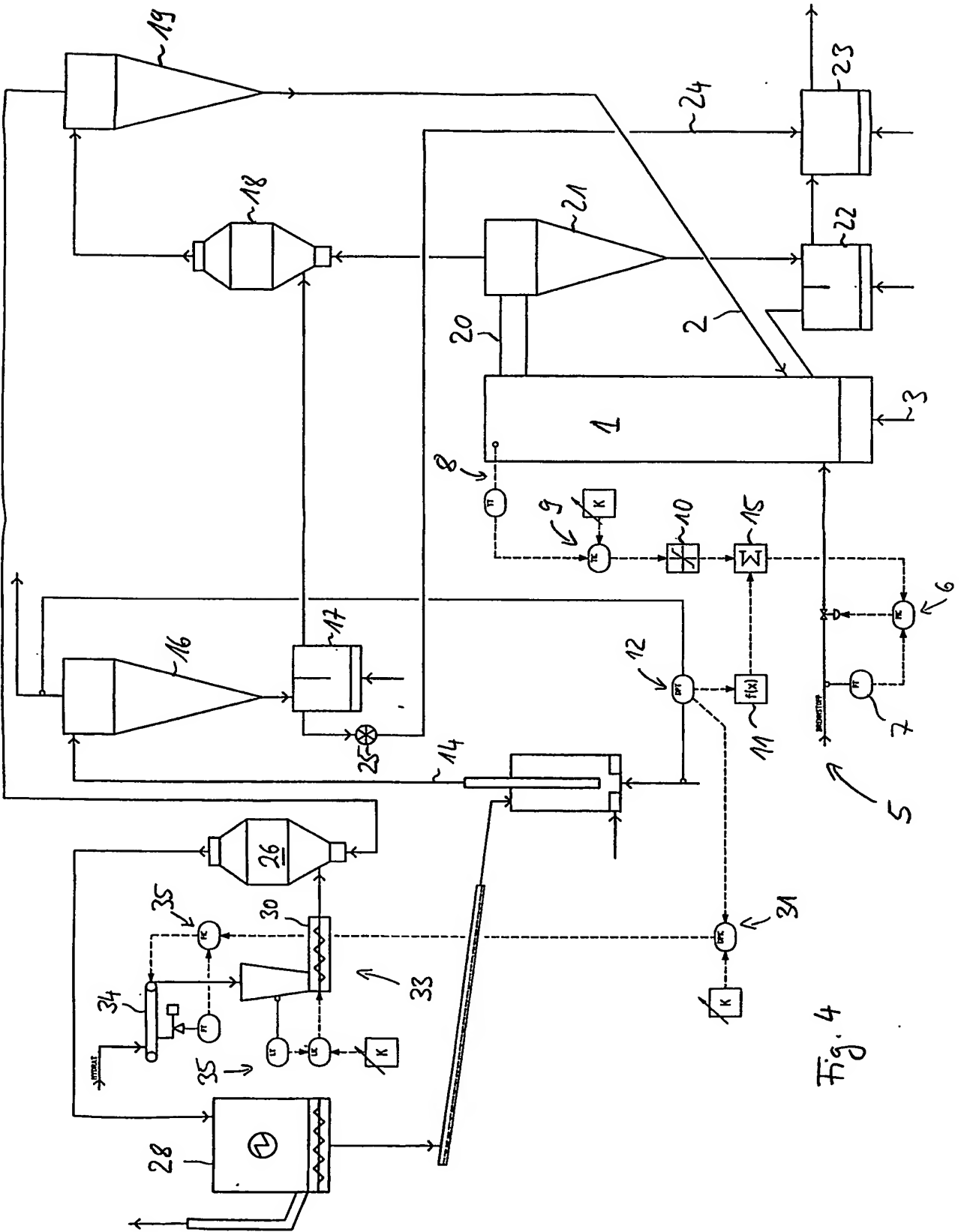


Fig. 4

4/4

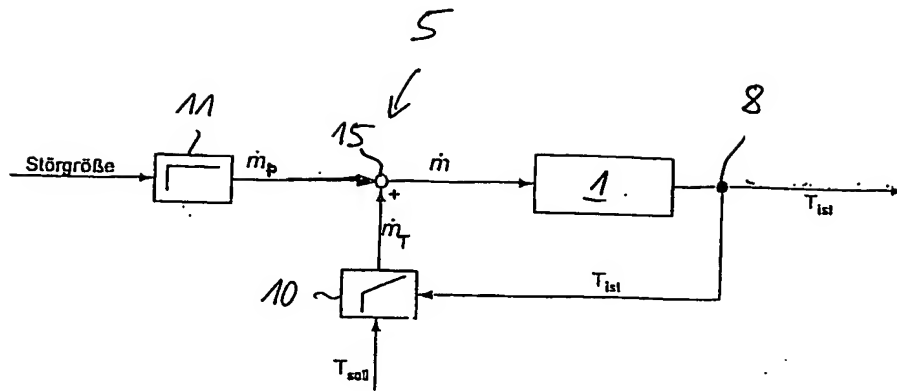


Fig. 5

Outokumpu Oyj
Riihitontuntie 7

02200 Espoo
Finnland

Zusammenfassung:

Verfahren und Anlage zur Regelung von Temperatur und/oder Materialeintrag in Reaktoren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Temperaturregelung in einem Reaktor (1), in den zu erwärmendes Material eingeführt wird, sowie ein Verfahren zur Regelung des Materialeintrags in eine Anlage mit Reaktor (1), in dem das Material erwärmt wird, wobei das Material über einen Förderer (27, 33) in die Anlage eingetragen und über eine Förderleitung (14) weiter transportiert wird. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine Anlage zur Durchführung dieser Verfahren. Um in dem Reaktor (1) konstante Prozessbedingungen zu erreichen, wird die Materialmenge des in den Reaktor eingeführten Materials kontinuierlich vor der Zufuhr in den Reaktor ermittelt, wobei die Wärmezufuhr von der ermittelten und ggf. geregelten Materialmenge abhängt. (Fig. 3)